

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS FOLIARES EN CEREALES DE INVIERNO Y PRIMAVERA EN ESPAÑA. PERIODO 1993-1996.

¹Daniel Palmero, ²María de Cara García, ²Mila Santos, ¹Concepción Iglesias, ¹Julio Cesar Tello

¹EUIT Agrícola, Universidad Politécnica. Ciudad Universitaria s/n, 28040, Madrid, ²Dpto. Producción Vegetal, Universidad de Almería Cañada de San Urbano s/n, 04120, Almería España. E-mail: daniel.palmero@upm.es

Resumen

El trabajo presenta los resultados de evaluar las micosis foliares de los cereales durante tres campañas de cultivo consecutivas: 1993-94; 1994-95 y 1995-96. En la campaña 1993-1994 fueron evaluadas 154 variedades de trigo, triticale y cebada. Durante 1994-1995 se valoraron 145 variedades. En 1995-1996 fueron 161 las prospectadas y se ampliaron las observaciones a 9 cultivares de avena. Las variedades estuvieron cultivadas en ocho toponimias cerealícolas de España. Los resultados pusieron de manifiesto que las enfermedades más importantes fueron: *Septoria tritici*, *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* y *Pyrenophora teres*, en trigo blando o harinero (primavera e invierno), trigo duro y triticale. Muy discreta fue la presencia de la roya amarilla (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*). En cebada (primavera y verano), *Pyrenophora teres*, *Rhynchosporium secalis* y *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* fueron las especies fúngicas más importantes. Para las variedades de avena fue *Puccinia coronata* (roya coronada) la enfermedad más frecuente. No pudieron establecerse diferencias entre variedades por su resistencia a alguno de los patógenos encontrados.

Palabras clave: *Triticum aestivum*, *T. durum*, \times *Triticosecale*, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*.

Summary

Evaluation of foliar fungal diseases incidence in winter and spring cereals in Spain. Period 1993-1996.

This work presents the analytical results for the evaluation of fungal foliar pathogens in cereal crops (wheat, triticale and barley) for three consecutive campaigns: 1993-94, 1994-95 and 1995-96. In the first season 154 varieties were evaluated. During the second year 145 varieties were evaluated and in 1995-1996 161 varieties were evaluated and the observations were extended to 9 cultivars of oats. The varieties were grown in eight provinces where cereals is the main agricultural crop. The results showed that the most important pathogens were: *Septoria tritici*, *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* and *Pyrenophora teres* on soft wheat (spring and winter), durum wheat and triticale. The presence of yellow rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) was very lightly. On Barley (spring and summer), *Pyrenophora teres*, *Rhynchosporium secalis* and *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* were detected. And on oats varieties *Puccinia coronata* (crowned rust) was the most frequently isolated. Differences between varieties for resistance to any of the pathogens could not be settled.

Key words: *Triticum aestivum*, *T. durum*, \times *Triticosecale*, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*.

Introducción

El cultivo de los cereales grano en España ocupa una superficie total de 6,30 millones de hectáreas (Mha), de ellas los cereales de invierno suponen el 92,71% del total ocupando una superficie de 5,85 Mha.

Destaca la cebada (de 2 y 6 carreras) con 3,20 Mha dedicadas a su cultivo y rendimientos medios de entre

2.333 kg/ha en secano y 4.204 kg/ha en regadío, el trigo (duro, semiduro y blando) con 1,92 Mha cuyos rendimientos varían entre los 2.637 kg/ha en secano hasta los 4.695 kg/ha de rendimiento medio en regadío, seguidos de Avena (524,38 miles de ha), centeno (106,073 miles de ha) y otros cereales como la escaña, triticale, tranquilón (mezcla de trigo y centeno). La producción correspondiente a la campaña 2006/07 fue de 11,6 millones

de toneladas (Mt) de cebada, 5,1 Mt de trigo harinero y 1,2 Mt de trigo duro (MAPA 2007).

La mejora genética vegetal ha permitido obtener nuevos materiales procedentes de los programas de mejora, nuevos cultivares mejorados que se han incorporado con éxito al campo cerealista español. Dichos materiales, además de ofrecer una mayor y más estable producción, mejor calidad del grano y de la sémola han incorporado otro valor añadido a las variedades comerciales en forma de resistencia a enfermedades.

No todas las nuevas obtenciones resultan en nuevas variedades comerciales. La Unión Europea cuenta con el Catálogo Común de variedades, donde se inscriben todas aquellas variedades que reúnen las condiciones legales establecidas en el Reglamento General que lo regula, así como en los Reglamentos Técnicos de Inscripción de Variedades.

La lista de Variedades Comerciales del Catálogo Común se compone de las listas de variedades comerciales que forman parte del Registro de Variedades Comerciales de todos y cada uno de los Estados miembros, salvo excepciones, y ninguna variedad puede ser comercializada en el territorio de la Unión Europea si no está inscrita en dicho Catálogo.

Pero para que una variedad cultivada o cultivar sea inscrita en el Registro de Variedades Comerciales, lo que la faculta para poder comercializarse tanto en España como en cualquier otro estado miembro de la Unión Europea (al pasar al Catálogo Común), el obtentor de la variedad cultivada ha de presentar en la Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV) una solicitud de inscripción a partir de la cual se pondrán en marcha los correspondientes exámenes técnicos donde se estudiará si la variedad candidata es: Distinta, Homogénea y Estable (ensayos D.H.E.).

A este estudio de distinción se le une el de valor agronómico de la variedad candidata. Los ensayos de valor agronómico, también llamados de utilización, tienen por objeto el estudio en campo y laboratorio de las nuevas variedades para comprobar que aportan una mejora respecto a las más cultivadas, mejora que se entiende referida a una mayor rentabilidad para el agricultor, lo que puede ser debido a causas muy diversas: incremento del rendimiento, mayor calidad del producto final, introducción de resistencias a agentes patógenos, ambientales, etc.

Así, variedades que cumplen los requisitos de distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE), pueden no autorizarse para su comercialización. Por ejemplo, las variedades de trigo sensibles a la roya amarilla del trigo (*Puccinia striiformis* fsp *tritici*) no se autorizan para preservar a los cultivos de epidemias.

Normalmente, cada variedad se incluye un mínimo de dos años en la red de ensayos correspondiente, junto con un grupo de variedades testigo, de las que ya se conoce su comportamiento, y que sirven de referencia al realizar las observaciones. Estos ensayos de valor agronómico están distribuidos por las zonas o comarcas na-

cionales que más pueden utilizar ese tipo de variedades, y se llevan a cabo con la colaboración de muchas de las Comunidades Autónomas, así como con la de la Asociación de Productores de Semillas y otros organismos y entidades públicas (C.S.I.C., INIA, AIMCRA, etc.). (Palmero y Tello 2006, Palmero y Escolano 2006a, b).

Las micosis foliares de los cereales de invierno y de primavera en España no han sido motivo de investigación preferente a tenor de la bibliografía consultada. Este hecho es tanto más llamativo por cuanto la superficie ocupada por dichas especies es muy elevada, como se indicó anteriormente. Estas constataciones han animado la presentación de los datos contenidos en este trabajo, obtenidos de los ensayos para establecer el valor agronómico de las variedades de trigo, cebada, triticale y avena, con el propósito de aportar información que pudiese ser de utilidad para futuros trabajos.

La bibliografía consultada en lo concerniente a las micosis foliares, permite establecer dos grupos de observaciones. Aquellas que comienzan con el siglo XX y finalizan en los años 40 de dicha centuria y las que se extienden durante la década de los ochenta y finalizan en 1990. Los casi cuatro decenios que median entre ambas fechas proporcionan un informe de Benlloch (1949) y un trabajo de Alfaro Moreno (1949) ambos sobre aspectos muy concretos. Desde 1990 hasta el presente, han transcurrido casi cuatro lustros. Cabría preguntarse si es que las micosis del trigo no son trascendentes para la producción, como ocurre en otras áreas cerealícolas del mundo.

Es conveniente, por tanto, revisar la bibliografía concerniente a las micosis de la parte aérea de los cereales, siguiendo la secuencia histórica.

Hasta 1943 en que Unamuno Irigoyen lee su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, los inventarios de botánica criptogámica realizados por González Fragoso y él mismo, nos nutren de información muy precisa sobre algunos de los patógenos que enferman a los cereales, pero sólo tienen un valor descriptivo, carecen de su consideración como productores de enfermedades. Sin embargo, ambos investigadores en dos de sus obras, emiten valoraciones que son de interés aquí.

González Fragoso (1927) escribió: *Erysiohe graminis* es causante del "oidio" o "mal blanco". Es muy común sobre gramíneas y parece tener formas biológicas que atacan a determinadas especies sobre las que se ha especializado. Suele causar daños de consideración en las tierras y en las comarcas muy húmedas. *Helminthosporium gramineum*, *H. teres*, *H. avenasativae* y *H. turcicum* "viven parásitos sobre las gramíneas a las que dañan, produciendo en las hojas manchas alargadas que concluyen por secar, y en cuyo centro obscuro aparecen los conidios cilíndricos e irregulares con varios tabiques" y continua "si las manchas se multiplican, si atacan muchas hojas del mismo pie, detienen su desarrollo y son bastante perjudiciales". *Septoria tritici*, "suele causar daños de alguna

consideración en el trigo, por lo que debe combatirse, para ello conviene drenar las tierras y evitar la mucha humedad, que favorece su desenvolvimiento, pues si pueden con éxito las sales cúpricas, su uso es poco práctico".

Septoria graminum, es como la anterior pero tiene un espectro parasitario más amplio, determinando manchas y secado de las hojas en las gramíneas de los prados. *Septoria glumarum*, "ataca no a las hojas, sino las glumas, pero cuando las espigas están ya maduras, por lo que no es causa de perjuicios". Las royas son abordadas de la siguiente manera: *Puccinia graminis*, "la más importante por su gran dispersión, pues es mundial y por los daños que ocasiona, productora de la roya negra de los cereales. *P. glumarum* es tan común como la anterior en los cereales y aun más en ciertas regiones de nuestra Península, donde se ha llamado "roya o anublo pardo" para distinguirla de aquella. De ésta especie, en la que se han reconocido varias formas o especies biológicas. *Puccinia dispersa* o roya parda del centeno causa bastantes perjuicios en los sembrados de estos granos. *Puccinia triticea*, roya manchada o roya del trigo, la más común sobre este cereal en España, en el que causa no escasos daños si sus ataques son prematuros, muy escasos si tardíos, pero siempre ciertamente disminuyendo la vitalidad y el desarrollo de la planta, así como su fertilidad".

Por su parte Unamuno Irigoyen (1943), comunicó que "De todos los hongos conocidos, las royas con, sin duda alguna, los de mayor importancia, desde el punto de vista de la economía agrícola, por las grandes pérdidas que ocasionan en las mieses". Y continuaba, "de España no conocemos ninguna estadística, pero dado el carácter eminentemente cerealista de nuestra patria, se comprende fácilmente que dichas pérdidas deben ser elevadísimas". Establecía como principales royas de los cereales las siguientes: "*Puccinia graminis* Peersan, llamada vulgarmente roya negra o lineal del trigo; *Puccinia glumarum* (Schum.) Eriksoon et Henning o roya estriada, y la *Puccinis rubigo-vera* = *Puccinia triticea* Eriksson o roya parda o punteada. Todas ellas están muy extendidas por todo el mundo. Sólo en España, según los datos que figuran en el Herbario Micológico del Jardín Botánico de Madrid, se conoce la primera en los cereales de invierno y sobre 25 gramíneas espontáneas; la segunda, sobre 49 matrices, de las que 41 son gramíneas espontáneas, y la tercera en dos especies de trigo". Los textos citados ponen en evidencia que sus autores aprecian micosis foliares graves en los cultivos de cereales, aunque esas apreciaciones no las cuantifican.

En la actualidad las especies de royas de los cereales se denominan *Puccinia graminis* (roya negra), *Puccinia hordei* (roya parda de la cebada), *Puccinia recondita* (roya parda de los cereales o roya de la hoja de los cereales), *Puccinia striiformis* (roya amarilla o rayada del trigo) y *Puccinia coronata* (roya coronada de la avena y céspedes) (Cummins y Hiratsuka 1991, Andrés et al. 2000).

Desde los años 40 del siglo pasado hasta el año 1980, excepción hecha de los trabajos mencionados de Benlloch y de Alfaro Moreno, se encuentran investigaciones como las llevadas a cabo por Salazar et al. (1973)

evaluando las razas de *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* en avena, o las presentadas por Martínez et al. (1976) evaluando genes de resistencia a la roya coronada. Las de Salazar y Brañas (1973) que hacen inventario de las razas de *Puccinia graminis* var. *tritici*. Los trabajos de Royo (1982) sobre la resistencia de líneas de trigo duro (*Triticum turgidum* var. *durum*) a *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. O, casi agotando la lista, los trabajos de Rubiales y Nick (1992) estudiando la respuesta de los tejidos en *Hordeum* a la roya amarilla y roya parda y Rubiales et al. (1996) sobre royas de las hojas en cereales cultivados.

Un cambio importante en esta escasez de investigación y experimentación, pudo comenzar con la epidemia de roya amarilla que se desarrolló con especial gravedad en los trigales andaluces en el año 1978. Así parece desprenderse del trabajo de Naga Rajan et al. (1984) y de Montes Agustí (1980). Dicha epidemia llevó al entonces Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero a exigir como requisito, para aprobar las variedades de trigo, su resistencia a *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. Lo cierto, a tenor de las publicaciones consultadas, desde mediada la década de los años 70 del siglo XX, se venía observando un incremento de las micosis, favorecidas por la intensificación de las prácticas culturales y por la sustitución de los cultivares antiguos por otros de alta producción (Marín 1985).

La información más completa y precisa sobre las enfermedades de los cereales, fruto de un minucioso trabajo, se deben a Marín (1985), Marín y Aguirre (1985), Marín et al. (1992) y Segarra et al. (1993). Los mencionados autores, realizan sus investigaciones en Andalucía Occidental durante el cuatrienio 1980-1983 y en Cataluña durante el trienio 1988-90 del pasado siglo. Los resultados se resumen en la Tabla 1 para las micosis foliares más importantes en trigales de Andalucía Occidental y Cataluña y para cebada en Cataluña.

Tabla 1. Micosis foliares más importantes en trigo en Andalucía Occidental (1980-83) y en Cataluña (1988-90) y para cebada en Cataluña (1988-90). Elaborados a partir de los datos de Marín (1985), Marín et al. (1992) y Segarra et al. (1993).

Andalucía Occidental	Cataluña	
Trigo	Trigo	Cebada
<i>Erysiphe graminis</i>	<i>Erysiphe graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>	<i>Erysiphe graminis</i>
<i>Septoria nodorum</i>	<i>Septoria tritici</i>	<i>Drechslera teres</i>
<i>Septoria tritici</i>	<i>Septoria nodorum</i>	<i>Puccinia hordei</i>
<i>Puccinia recondita</i>	<i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>
<i>Drechslera teres</i>		<i>Rhynchosporium secalis</i>
<i>Bipolaris sorokiniana</i>		
<i>Puccinia striiformis</i>		

En Andalucía Occidental tuvo una importancia local o provincial *Puccinia recondita*. En Cataluña, fue esporádica la presencia de *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* y *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* en trigos y fue muy poco importante *Puccinia recondita* en cebada. Estos resultados parecen minusvalorar la importancia de las royas si se tiene en cuenta las observaciones comentadas de González Frago (1927) y de Unamuno Irigoyen (1943), aunque la comparación puede conducir a error. Especialmente por la razón bien argumentada por Marín (1985): “*El inventario patológico presentado para los cereales de Andalucía Occidental podría cambiar cualitativa y/o cuantitativamente al cambiar el ambiente, las variedades o las prácticas culturales*”. Obviamente estos cambios fueron evidentes y amplios entre los dos periodos del SXX comparados.

Con los antecedentes que conforman esta introducción, se acota el interés de los datos que se presentan a continuación. Se pretende: 1) añadir nuevas toponimias a las ya prospectadas en Andalucía Occidental y Cataluña para las micosis foliares de los cereales, durante las campañas 1993-1994, 1994-1995 y 1995-1996. Y, 2) ampliar el inventario para avena y triticale. Finalmente señalar, que pese al retraso en dar a la luz los datos, estos son oportunos, dado que ni en esas fechas ni en las posteriores hasta la actualidad han sido publicadas informaciones al respecto.

Material y Método

Las especies de cereales, el número de cultivares, los años de valoración y los lugares donde se situaron los campos se resumen en la Tabla 2 y cuya situación geográfica se presenta en la Figura 1.

Los campos de ensayo para valor agronómico tuvieron un diseño uniforme para todas las toponimias. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres o cuatro repeticiones por variedad y siendo la unidad experimental o parcela elemental generalmente de 1,5 x 8,5-15 metros cuadrados.

Para la evaluación de las enfermedades se valoraron todas las plantas de una repetición según la escala (Tabla 3), promediando el valor para todas las plantas y obteniendo así el valor final para la variedad. La valoración se hizo para cada variedad, campaña y campo experimental, una sola vez coincidiendo con el estado de llenado del grano.

Dada la coincidencia de síntomas para algunos hongos, se examinaron plantas en el laboratorio. Esto fue especialmente marcado para diferenciar *Septoria tritici* y *Septoria nodorum*, aunque con las precauciones pertinentes indicadas por Marín (1985) y Marín y Aguirre (1985), se tuvo muy en cuenta el criterio relatado desde antiguo según el cual *Septoria nodorum* alcanzaría a las glumas y *S. tritici* no, así lo señalaba también González Frago (1927) para *S. tritici* y *S. glumarum*. Igualmente se examinó material vegetal para identificar *Pyrenophora teres* (*Drechslera teres*)

Tabla 2. Toponimias, especies de cereales y número de cultivares evaluados en función de las micosis y en diferentes campañas de cultivo.

Toponimias muestreadas	Especie vegetal evaluada	Número de cultivares evaluados y años de muestreo		
		1993-1994	1994-1995	1995-1996
Alcolea de Calatrava (C. Real)	trigo primavera	14	-	22
	trigo invierno	32	-	30
	trigo duro	33	-	35
	cebada invierno	28	-	24
	avena	-	-	9
Santa Marta y Cortes de Peleas (Badajoz)	trigo primavera	14	-	22
	trigo invierno	32	-	30
	trigo duro	33	-	35
	triticale	14	-	16
	cebada primavera	24	-	20
	cebada invierno	28	-	24
Castro del Río (Córdoba)	trigo primavera	-	-	22
	trigo duro	-	-	36
Artesa de Segre, Giménells y Torregrosa (Lérida)	trigo primavera	32	12	22
	trigo invierno	32	-	34
	triticale	14	9	26
	cebada primavera	24	26	20
	cebada invierno	28	-	24
Ilundain y La Raga (Navarra)	trigo invierno	32	29	30
	cebada invierno	-	-	24
Xinzo da Limia (Orense)	triticale	14	-	16
Vecinos (Salamanca)	trigo invierno	32	-	30
	triticale	14	-	16
	cebada invierno	28	-	24
	avena	9	-	9
Movera y Montañana (Zaragoza)	trigo primavera	-	12	22
	trigo invierno	32	29	34
	trigo duro	33	29	36



Figura 1. Provincias muestreadas en el estudio

Tabla 3. Criterio de valoración de enfermedades criptogámicas foliares en campo.

Valor	Criterio
0.1	Sólo se observan trazas de la enfermedad
5	Las hojas y/o tallos manifiestan síntomas uniformes hasta la mitad de la altura de la planta
7	Los síntomas alcanzaron la hoja bandera
9	Los síntomas alcanzaron a la espiga

Resultados y discusión

Los porcentajes de variedades de cada especie que enfermaron en cada uno de los campos, en cada una de las campañas y para cada uno de los hongos foliares encontrados se resumen en los Tablas 4, 5 y 6. Durante la campaña 1993-94 (Tabla 4), se destaca la imposibilidad de evaluar los trigos y triticales por efectos de las heladas y sequía en Ba-

dajoz. Hecho que se repitió en Ciudad Real, donde fueron alcanzadas, también, las variedades de cebadas de invierno

Por lo demás, reseñar la presencia puntual de *Gaeumannomyces graminis* (*Ophiobolus graminis*) en Navarra y las trazas de cornezuelo (*Claviceps purpurea*) en Orense. En el caso de los trigos y triticales cabe destacar la elevada presencia de *Septoria tritici* (sin poder excluir la presencia de *S. nodorum*). Importante fue la presencia de *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) en los trigos de los campos de Zaragoza, Navarra y Lérida. La helmintosporiosis fue importante en cebadas de invierno en Lérida y en trigos, triticales y cebadas en Salamanca.

Durante la campaña 1994-1995 (Tabla 5), *Septoria tritici* estuvo bien representada en Navarra. *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* se presentó muy uniforme en las tres localidades muestreadas, así ocurrió con *Pyrenophora teres* en Lérida y Zaragoza. La roya parda (*P. recondita* f. sp. *tritici*) se manifestó consistentemente en Zaragoza en más del 50% de

Tabla 4. Porcentaje de variedades de las especies de cereales evaluadas que presentaron en cada toponimia, a los patógenos o accidentes climatológicos indicados. Campaña 1993-1994.

Toponimia	Especie Vegetal	Porcentaje de cultivares que presentaron enfermedad								
		Sept.	Helm.	Rhyn.	Blum.	P.r.	P.s.	P.c.	Seq.	Hel.
Badajoz (Extremadura)	trigo primavera	-	-	-	-	-	-	-	100,00	100,00
	trigo invierno	-	-	-	-	-	-	-	100,00	100,00
	trigo duro	-	-	-	-	-	-	-	100,00	100,00
	triticale	-	-	-	-	-	-	-	100,00	100,00
	cebada primavera	-	-	100,00	-	-	-	-	-	-
	cebada invierno	-	-	100,00	-	-	-	-	-	-
Ciudad Real (Castilla-La Mancha)	trigo primavera	-	-	-	-	-	-	-	100,00	100,00
	trigo invierno	-	-	-	-	-	-	-	100,00	100,00
	trigo duro	-	-	-	-	-	-	-	100,00	100,00
	cebada invierno	-	-	-	-	-	-	-	100,00	100,00
Lérida (Cataluña)	trigo primavera	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	trigo invierno	-	-	-	62,50	6,25	-	-	-	-
	triticale	85,70	-	-	-	7,14	-	-	-	-
	cebada primavera	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	cebada invierno	-	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Navarra	trigo invierno	93,75	-	-	62,50	40,63	12,50	-	-	-
Orense (Galicia)	triticale	64,29	92,86	-	-	-	-	-	-	-
Salamanca (Castilla-León)	trigo invierno	100,00	2,63	-	-	2,63	-	-	-	-
	triticale	14,19	35,71	-	-	-	-	-	-	-
	cebada invierno	-	100,00	53,57	-	-	-	-	-	-
	avena	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-
Zaragoza (Aragón)	trigo invierno	-	-	-	21,88	9,38	-	-	-	-
	trigo duro	-	-	-	48,48	9,09	-	-	-	-

Sept.: *Septoria tritici*; Helm.: *Pyrenophora* sp.; Rhyn.: *Rhynchosporium secalis*; Blum.: *Blumeria graminis* (y sus f. sp. correspondientes); P.r.: *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*; P.s.: *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*; P.c.: *Puccinia coronata*; Seq.: Sequía; Hel.: Heladas.

Tabla 5. Porcentaje de variedades de las especies de cereales evaluadas en cada toponimia, a los patógenos o accidentes climatológicos indicados. Campaña 1994-1995.

Toponimia	Especie Vegetal	Porcentaje de cultivares que presentaron enfermedad								
		Sept.	Helm.	Rhyn.	Blum.	P.r.	P.s.	P.c.	Seq.	Hel.
Lérida (Cataluña)	trigo primavera	-	66,67	-	100,00	-	-	-	-	-
	triticale	-	88,89	-	11,11	-	-	-	-	-
	cebada primavera	-	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Navarra	trigo invierno	79,31	-	-	86,21	27,59	-	-	-	-
Zaragoza (Aragón)	trigo primavera	-	41,67	-	100,00	8,33	-	-	-	-
	trigo invierno	-	6,90	-	96,55	58,33	-	-	-	-
	trigo duro	-	37,93	-	100,00	6,90	-	-	-	-

Sept.: *Septoria tritici*; Helm.: *Pyrenophora* sp.; Rhyn.: *Rhynchosporium secalis*; Blum.: *Blumeria graminis* (y sus f. sp. correspondientes); P.r.: *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*; P.s.: *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*; P.c.: *Puccinia coronata*; Seq.: Sequía; Hel.: Heladas.

las variedades de trigo de invierno. En menor proporción se manifestó en Navarra (casi el 28% de las variedades).

Los datos correspondientes a la campaña 1995-1996 se resumen en la Tabla 6. La diferencia más importante con respecto a las dos campañas anteriores es la presencia de *Rhynchosporium secalis* en variedades de cebada de primavera e invierno en Badajoz, Lérida (excepto cebada de invierno), Navarra, Salamanca y Toledo.

Es muy llamativa la uniforme presencia de *Septoria tritici* en Badajoz, Córdoba, Lérida, Navarra, Orense y Salamanca. EL porcentaje de variedades que expresaron la septoriosis desciende en Toledo y no se expresó en Zaragoza. El oidio (*Blumeria graminis*) estuvo presente en Lérida, Navarra, Orense y Zaragoza. La helmintosporiosis estuvo presente en todas las toponimias, menos en Córdoba, Orense y Zaragoza. La roya parda (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) estuvo presente en Badajoz, Lérida, Toledo y Zaragoza. Sólo en Toledo se encontraron variedades que expresaron la roya amarilla (*P. striiformis* f. sp. *tritici*). Finalmente, se valoraron variedades de avena en Badajoz y Salamanca, estando muy uniformemente distribuida *P. coronata* en esta última localidad.

Anotaciones adicionales permiten señalar que en todas las variedades de trigo duro del campo de Zaragoza se encontró una abundante población de tisanóptero

Haplothrips tritici. Discreta manifestación de *Tilletia* en el campo de Salamanca y de *Ophiobolus graminis* en Navarra.

El comportamiento varietal global para cada especie vegetal se presenta a continuación

AVENA (2 ensayos).-

Sólo se encontró *Puccinia coronata* con severidades moderadas en Salamanca (93/94) y elevadas en Badajoz (95/96). Los datos de Salamanca presentan una desviación típica elevada, indicando que existen diferencias en las respuestas de las diferentes variedades frente al patógeno (Fig.2).

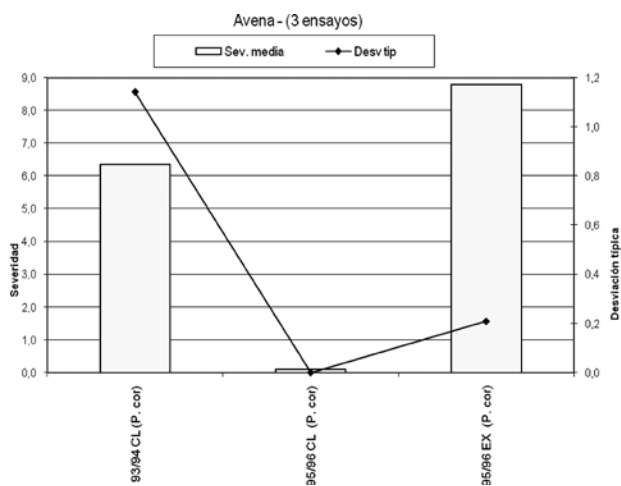
CEBADA DE INVIERNO (7 ensayos).

Pyrenophora teres (*Drechslera teres*) causó enfermedad en todos los ensayos evaluados, con severidades elevadas en dos de ellos (Lérida y Toledo en el campaña 95/96), y severidades medias en otros tres ensayos (Fig.3). La variación de los datos indica que cuando se producen epidemias severas no se encontró en el ensayo variedades con niveles detectables de resistencia genética. Sin embargo, cuando la gravedad en el ensayo presenta valores moderados, es posible encontrar variedades que expresan mayor protección.

Tabla 6. Porcentaje de variedades de las especies de cereales que presentaron, en cada toponimia, a los patógenos o accidentes climatológicos indicados. Campaña 1995-1996.

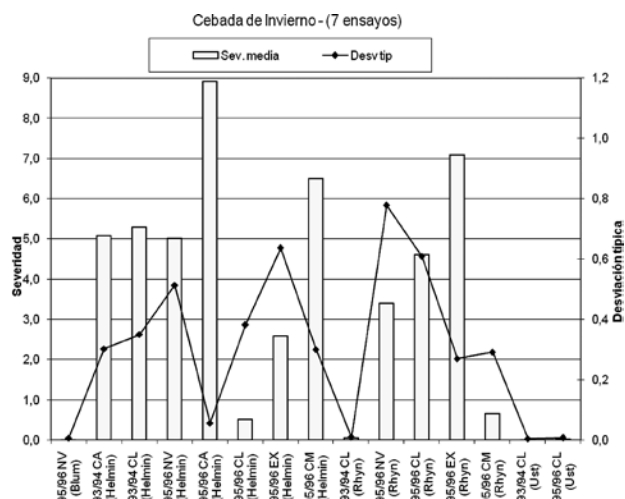
Toponimia	Especie Vegetal	Porcentaje de cultivares que presentaron enfermedad								
		Sept.	Helm.	Rhyn.	Blum.	P.r.	P.s.	P.c.	Seq.	Hel.
Badajoz (Extremadura)	trigo primavera	100,00	-	-	-	4,55	-	-	-	-
	trigo invierno	100,00	-	-	-	13,30	-	-	-	-
	trigo duro	100,00	-	-	-	5,71	-	-	-	-
	triticale	100,00	-	-	-	6,25	-	-	-	-
	cebada primavera	-	5,00	100,00	-	-	-	-	-	-
	cebada invierno	-	50,00	100,00	-	-	-	-	-	-
	avena	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-
Córdoba (Andalucía)	trigo primavera	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	trigo duro	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Lérida (Cataluña)	trigo primavera	100,00	-	-	27,27	-	-	-	-	-
	trigo invierno	70,59	-	-	2,94	5,88	-	-	-	-
	triticale	100,00	12,50	-	56,25	-	-	-	-	-
	cebada primavera	-	100,00	10,00	5,00	-	-	-	-	-
	cebada invierno	-	100,00	-	-	-	-	-	-	-
Navarra	trigo invierno	36,67	-	-	6,67	-	-	-	-	-
	Cebada invierno	-	95,83	66,67	12,50	-	-	-	-	-
Orense (Galicia)	triticale	100,00	-	-	6,25	-	-	-	-	-
	trigo invierno	100,00	-	-	13,33	-	-	-	-	-
Salamanca (Castilla-León)	triticale	100,00	12,50	-	-	-	-	-	-	-
	cebada invierno	-	12,50	100,00	-	-	-	-	-	-
	avena	-	-	-	100,00	-	-	100,00	-	-
	trigo primavera	18,18	-	-	-	-	-	-	-	-
Toledo (Castilla-La Mancha)	trigo invierno	-	-	-	-	30,00	10,00	-	-	-
	Trigo duro	22,86	-	-	-	94,29	-	-	-	-
	cebada primavera	-	100,00	45,83	-	-	-	-	-	-
	avena	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	trigo primavera	-	-	-	32,35	-	-	-	-	-
Zaragoza (Aragón)	trigo invierno	-	-	-	20,00	-	-	-	-	-
	trigo duro	-	-	-	83,33	22,22	-	-	-	-

Sept.: *Septoria tritici*; Helm.: *Pyrenophora* sp.; Rhyn.: *Rhynchosporium secalis*; Blum.: *Blumeria graminis* (y sus f. sp. correspondientes); P.r.: *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*; P.s.: *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*; P.c.: *Puccinia coronata*; Seq.: Sequia; Hel.: Heladas.



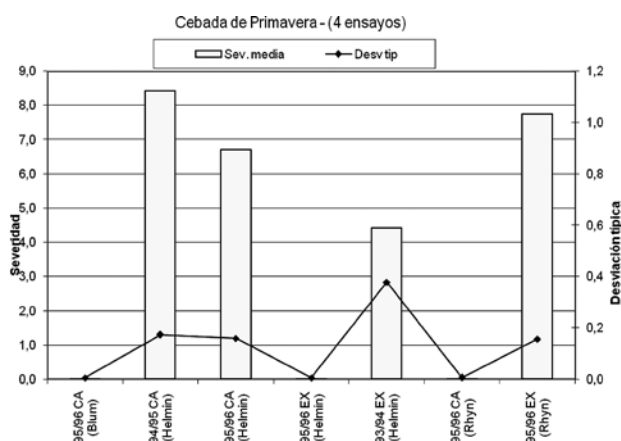
CL: Castilla León, Ex: Extremadura, P. cor: *Puccinia coronata*

Figura 2. Severidad de las enfermedades criptogámicas foliares evaluadas en tres ensayos de avena



CL: Castilla León, Ex: Extremadura, NV: Navarra, CA: Cataluña, CM: Castilla La Mancha, Blum: *Blumeria graminis*, Helmin: *Helminthosporium* sp., Rhyn: *Rhynchosporium secalis*, Ust: *Ustilago nuda*

Figura 3. Severidad de las enfermedades criptogámicas foliares evaluadas en siete ensayos de cebada de invierno



Ex: Extremadura, CA: Cataluña

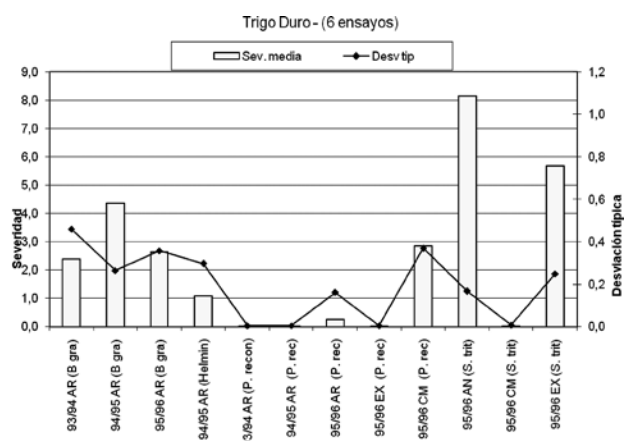
Blum: *Blumeria graminis*, Helmin: *Helminthosporium* sp., Rhyn: *Rhynchosporium secalis*

Figura 4. Severidad de las enfermedades criptogámicas foliares evaluadas en cuatro ensayos de cebada de primavera.

Rhynchosporium secalis causó epidemias con severidades variables, obteniendo valoraciones elevadas en uno de los siete ensayos evaluados, y moderadas en otros dos. De nuevo la diferencia en la respuesta de las distintas variedades es mayor con epidemias de severidad moderada. *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* sólo se detectó en dos variedades en Navarra (campaña 95/96) a nivel de trazas.

CEBADA DE PRIMAVERA (4 ensayos).

Del mismo modo que ocurre con la cebada de invierno, *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* no se presenta como una enfermedad de importancia consiguiendo alcanzar el nivel de trazas tan sólo en una variedad en una localidad (Fig.4).



Ex: Extremadura, CM: Castilla La Mancha, Ar: Aragón, AN: Andalucía
B gra: *Blumeria graminis*, Helmin: *Helminthosporium* sp., P. rec: *Puccinia recondita*, S. trit: *Septoria tritici*

Figura 5. Severidad de las enfermedades criptogámicas foliares evaluadas en seis ensayos de trigo duro.

Pyrenophora teres (*Drechslera teres*) se confirma como enfermedad con mayor prevalencia en el conjunto de los ensayos evaluados, consiguiendo severidades elevadas en dos de los cuatro ensayos. La variación en la respuesta de las distintas variedades es menor que en otros grupos, indicando que posiblemente sea más complicado reconocer a la resistencia genética como método de manejo de la enfermedad.

Rhynchosporium secalis también consigue severidades elevadas en un ensayo y moderadas en otro (Fig. 4). La desviación típica es de nuevo baja, sobre todo cuando la severidad media del ensayo es elevada.

TRIGO DURO (6 ensayos).

Las enfermedades de mayor importancia en el periodo 1993-1996 son las causadas por *Septoria tritici*, *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, y *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (Fig.5).

Los datos de las epidemias causadas por *Septoria tritici* reflejan unas importantes oscilaciones en la severidades medias de los ensayos (severidades elevadas en dos de los seis ensayos y prácticamente ausencia de enfermedad en el resto), así como bajos niveles de desviaciones típicas. Estos resultados podrían interpretarse como ausencia de resistencia genética en las varieda-

des estudiadas, de modo que las condiciones ambientales son las que determinan que se produzcan epidemias severas o escape.

El siguiente patógeno, por orden de prevalencia sería *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, que causó epidemias de severidades moderadas en la mitad de los ensayos evaluados (Fig.5). No se encontraron severidades medias elevadas, y se observó gran variación en la respuesta de las variedades.

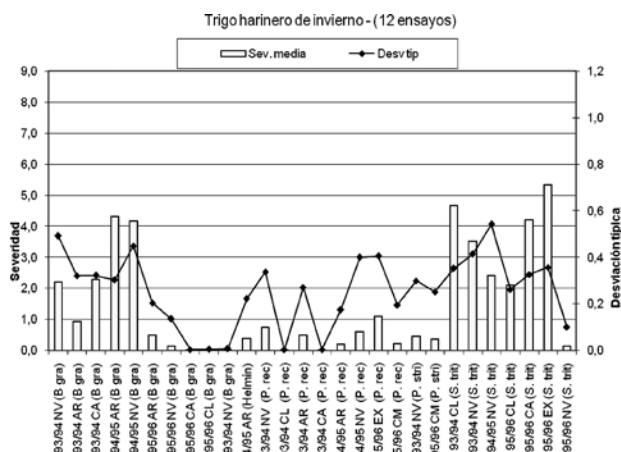
Puccinia recondita f. sp. *tritici* está presente en cinco de los seis ensayos evaluados, pero no causa epidemias importantes en ninguno de ellos, excepto en Toledo, donde se consiguieron severidades moderadas (Fig.3), existiendo diferencias entre la respuesta de las distintas variedades. *Pyrenophora teres* (*Drechslera teres*) está presente en un único ensayo (Zaragoza, 1995/96), por lo que no se puede concluir que se trate de una enfermedad importante en este cultivo.

TRIGO HARINERO DE INVIERNO (12 ensayos).

El grupo de ensayos de trigo harinero de invierno se caracterizó por no presentar severidades medias elevadas para ninguna enfermedad. Tan sólo *Septoria tritici* consiguió severidades medias de 5. El 50% de los ensayos evaluados presentaron severidades medias entre 3 y 6, pero la desviación típica resultó ser elevada, indicando que existe heterogeneidad en la respuesta de las distintas variedades frente a la enfermedad (Fig.6).

La siguiente enfermedad en orden de importancia resultó ser *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, que estuvo presente en diez de los doce ensayos evaluados, pero que en ningún caso alcanzó severidades elevadas. Cuando las severidades medidas fueron moderadas, también se obtuvo heterogeneidad en las respuestas de las variedades (desviaciones relativamente altas).

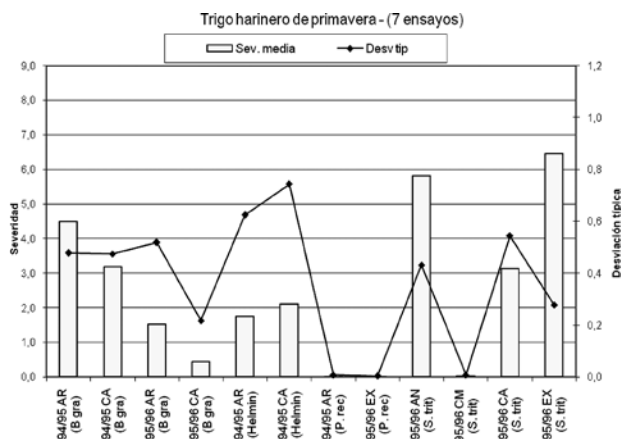
Puccinia recondita f. sp. *tritici* estuvo presente en 8 de



CL: Castilla León, Ex: Extremadura, NV: Navarra, CA: Cataluña, CM: Castilla La Mancha, Ar: Aragón

B. gra: *Blumeria graminis*, Helmin: *Helminthosporium* sp., P. rec: *Puccinia recondita*, S. trit: *Septoria tritici*, P. str: *Puccinia striiformis*

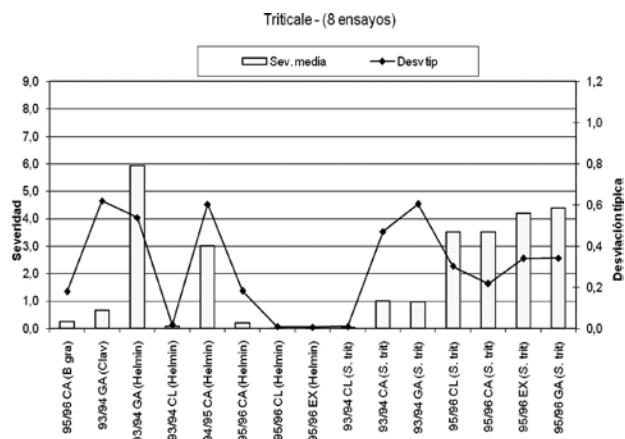
Figura 6. Severidad de las enfermedades criptogámicas foliares evaluadas en doce ensayos de trigo de invierno.



Ex: Extremadura, CA: Cataluña, CM: Castilla La Mancha, Ar: Aragón, GA: Galicia

B. gra: *Blumeria graminis*, Helmin: *Helminthosporium* sp., P. rec: *Puccinia recondita*, S. trit: *Septoria tritici*

Figura 7. Severidad de las enfermedades criptogámicas foliares evaluadas en siete ensayos de trigo harinero de primavera



CL: Castilla León, Ex: Extremadura, CA: Cataluña, GA: Galicia
B. gra: *Blumeria graminis*, Helmin: *Helminthosporium* sp., S. trit: *Septoria tritici*, Clav: *Claviceps purpurea*

Figura 8. Severidad de las enfermedades criptogámicas foliares evaluadas en ocho ensayos de triticales.

los ensayos, y *P. striiformis* f. sp. *tritici* en 2, ambas con severidades medias bajas y desviaciones típicas relativamente altas (Fig.6).

TRIGO HARINERO DE PRIMAVERA (7 ensayos).

La enfermedad más importante en trigos harineros de primavera durante el periodo 1993-1996 fue la causada por *Septoria tritici* (Fig.7). Cuando no se produjo escape, las severidades medias encontradas en los ensayos fueron elevadas, aunque las desviaciones típicas fueron algo superiores a las obtenidas para el grupo de los trigos duros. Este hecho podría indicar que es más probable encontrar variedades resistentes en trigos harineros de primavera.

La segunda enfermedad en este periodo fue *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, con severidades medias que sólo alcanzaron el valor de 4 en un ensayo (Zaragoza, 1994/95). De nuevo existe heterogeneidad en la respuesta por parte de las variedades.

Pyrenophora teres (*Drechslera teres*) estuvo presente en Zaragoza y Lérida en 1994/95, con severidades medias de 2 (Fig.7), pero con respuestas muy desiguales por parte de las variedades, por lo que la importancia de la enfermedad no debería ser preocupante a corto plazo.

Puccinia recondita f. sp. *tritici* estuvo presente en 2 ensayos pero tan sólo a nivel de trazas.

TRITICALE (8 ensayos).

Septoria tritici es el patógeno de mayor importancia en los ensayos de triticales evaluados, estando presente en siete de los ocho ensayos estudiados, y alcanzando severidades medias superiores a 3 en 4 de ellos. Las desviaciones típicas son relativamente elevadas, lo que indicaría una heterogeneidad en la respuesta de las diferentes variedades (Fig.8).

La siguiente enfermedad en importancia es *Pyrenophora teres* (*Drechslera teres*), que está presente en seis de los ocho ensayos, pero alcanza severidades medias superiores a 3 sólo en 2 de ellos.

Blumeria graminis f. sp. *tritici* únicamente está presente en el ensayo de Lérida de 1995/96, y las severidad media del ensayo es muy baja (sólo una de las 16 variedades evaluadas superó el nivel de traza, llegando a 3).

El patógeno de mayor prevalencia en trigos y triticales durante las campañas agrícolas 1993/94, 94/95 y 95/96 fue *Septoria tritici*, que causó epidemias de severidades elevadas en 1995/96 en los cuatro grupos de cultivo que son huéspedes (trigo duro, trigo harinero de invierno, trigo harinero de primavera y triticales), y que también fue capaz de alcanzar severidades moderadas en 1993/94 en triticales y trigo de invierno, y en 1994/95 en este último grupo de cultivo. *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* ocuparía el segundo lugar por orden de prevalencia (excepto en triticales). Otros patógenos que aparecieron fueron *Pyrenophora teres* (*Drechslera teres*) (en trigo harinero de primavera y en triticales), y *Puccinia*

recondita f. sp. *tritici* (en trigo duro).

Respecto de las cebadas, el patógeno de mayor importancia en este periodo fue *Pyrenophora teres* (*Drechslera teres*), tanto en cebada de invierno como en cebada de primavera, seguido de *Rhynchosporium secalis*. En avena sólo se detectaron epidemias causadas por *Puccinia coronata*.

Estos resultados para las micosis foliares de los cereales no difieren mucho de los presentados por González Frago y las minuciosas prospecciones presentadas para los trigales de Andalucía Occidental por Marín (1985) y Marín y Aguirre (1985) y para los cereales y cebadas de Cataluña Marín *et al.* (1992) y Segarra *et al.* (1993) para un más amplio grupo de patógenos. Coinciden también en el sentido de no haber apreciado síntomas imputables a virus, bacterias y nematodos, particularmente con las evaluaciones en Andalucía y Cataluña. Estas similitudes permiten una meditación: ¿Cuál ha podido ser el efecto del cambio varietal y la modificación de las prácticas culturales consecuentes (abonado, labores, etc.), sobre las enfermedades de los cereales?. El espectro parasitario estudiado no sugiere un cambio muy sustancial.

Agradecimientos

Los autores agradecen su colaboración a D.^a Carmen Barbacil Pascual y D. Gonzálo Balo del antiguo Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. Madrid.

Referencias

- Alfaro Moreno A. 1949. Una septoriosis del trigo. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola 9: 205-211.
- Andrés MF, García Arenal F, López MM, Melgarejo P. 2000. Patógenos de plantas descritos en España. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp 526.
- Benlloch M. 1994. Observaciones fitopatológicas en 1984. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola 16: 203-242.
- Cummins GG, Hiratsuk. 1991. Illustrated Genera of Rust Fungi. St. Paul, Minesota, USA: APS Press, pp 125.
- González Frago R. 1927. Botánica criptogámica agrícola. Madrid: Espasa-Calpe SA, pp 321.
- MAPA 2007. Anuario de estadística agroalimentaria 2006. Madrid: MAPA.
- Marín JP. 1985. Micosis del trigo en Andalucía Occidental. Anales INIA/Serie Agrícola 28: 105-117.
- Marín JP, Aguirre J. 1985. Enfermedades del trigo causadas por especies de *Septoria* en Andalucía Occidental. Anales INIA/Serie Agrícola 28: 119-135.
- Marín JP, Segarra J, Almacellas J. 1992. Enfermedades de los cereales en Cataluña durante 1988-90. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal 7: 261-275.

- Martínez M, García-Baudín JM, Brañas M. 1976. Búsqueda de resistencia a la roya coronada en especies de *Avena*. Anales INIA/Ser. Prot. Veg. 6: 11-15.
- Montes Agustí F. 1990. Cambio varietal y Roya amarilla del trigo en Andalucía. V Reunión del Grupo Especializado en Fitopatología de la Sociedad Española de Microbiología. Zaragoza. España.
- Nagarajan S, Kranz J, Saari E, Seiboldt G, Stubbs RW, Zadoks JC. 1984. An analysis of the 1978 epidemic of yellow rust on wheat in Andalucía, Spain. Zeitschrift-fur-Pflanzenkrankheiten-und-Pflanzenschutz 91: 159-170.
- Palmero D, Tello JC. 2006 Una revisión sobre la reglamentación para el control, certificación y comercio de las semillas de especies leguminosas. Libro de actas 173- 194. 2ª Jornadas de la Asociación Española de Leguminosas (Cuenca- Abril 2006).
- Palmero D, Escolano A. 2006a El registro de variedades comerciales hortícolas en la Unión Europea. Horticultura Internacional 52: 34-37.
- Palmero D, Escolano A. 2006b La autorización provisional de comercialización de especies hortícolas en la Unión Europea. Terralia 56: 34-44.
- Royo C. 1982. Determinación de la herencia de la resistencia a roya de la hoja (*Puccinia recondita* Rob.ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss. and Henn.) de dos líneas de trigo duro (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). Anales INIA/Ser. Agri. 21: 109-125.
- Rubiales D, Niks RE. 1992. Histological responses in *Hordeum chilense* to brown and yellow rust fungi. Plant Pathology 41, 611-617.
- Rubiales D, Ramirez MC, Niks RE. 1996. Avoidance of leaf rust fungi in wild relatives of cultivated cereals. Euphytica 87: 1-6
- Salazar J, Brañas M. 1973. Physiologic races of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* detected in Spain, years 1968-71. Cereal Rust Bulletin 1: 28-29
- Salazar J, Martínez M. 1973. Physiologic races of crown rust (*Puccinia coronata* CDA f. sp. *avenae* Erikss.) detected in Spain during the period years 1969-1971. Cereal Rust Bulletin 1: 19-20
- Segarra J, Marín JP, Almacellas J. 1993. Micosis de la cebada en Cataluña durante 1988-90. Investigación Agraria: Prod. Prot. Veg. 8: 457-467.
- Unamuno Irigoyen LM. 1943. Algunas aplicaciones de la micología a diversos ramos de la ciencia y de la industria. Discurso de recepción. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, pp 67.